Arbeiten aus dem zoologisch-vergleichend-anatomischen Institute der Universität Wien.

III. Über Chondracanthus angustatus (Heller).

Von stud. phil. **Robert v. Schaub.**

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1876.)

An den Kiemen von *Uranoscopus scaber* findet sich als sehr häufiger Parasit der von C. Heller[1]) beschriebene *Chondracanthus angustatus*, dessen Bau und Organisation noch näherer Aufklärung bedarf. Auch ist das Männchen desselben, welches nach Analogie verwandter Arten als Pigmäen-Männchen am Genitalring des Weibchens aufzusuchen ist (Fig. 2 ♂), bislang noch unbekannt.

Im September des verflossenen Jahres mit zoologischen Studien in der k. k. zoologischen Station zu Triest beschäftigt, fand ich den erwähnten Parasiten in mehreren Exemplaren auf, führte jedoch die genauere Untersuchung erst später als ich nach Wien zurückgekehrt war, im k. k. zoologisch-vergleichend-anatomischen Universitätsinstitute aus und bin ich Herrn Prof. C. Claus für seine mir hiebei gewährte freundliche Unterstützung zu vielem Danke verpflichtet. Was ich nicht an Weingeistexemplaren zu sehen vermochte, suchte ich durch Beobachtung frischer Exemplare, die mir durch das vorerwähnte Institut in Triest in genügender Menge nach Wien übermittelt wurden, zu ergänzen und unter Anwendung mehrfacher Reagentien, insbesondere von Überosmiumsäure in's Klare zu bringen.

Es scheint ein allgemeiner Charakter der Familie der Chondracanthiden zu sein, dass der Leibesraum der Weibchen, durch

---

1) C. Heller, Die Reise der Fregatte Novara, Crustaceen. Wien 1868.

eine grössere oder geringere Zahl, äusserer zipfelförmiger Anhänge oder kugeliger Auftreibungen, in welche sich häufig die Ovarien erstrecken, gleichsam vergrössert wird, während der Körper der Männchen, schon dem Volumen nach bedeutend reducirt, derselben entbehrt.

Das Weibchen von *Chondracanthus angustatus* (Fig. 1) besitzt sechs Paare einfacher zipfelförmiger Anhänge, auf deren Lage und Anordnung ich später noch zurückkommen werde, und erreicht im Durchschnitte eine Länge von 4^{mm}. An den trapezförmig ovalen, vorspringenden Kopf von 0.54^{mm} Länge und 0.75^{mm} Breite, schliesst sich mit einem kurzen Halse der nahezu gleichbreit verlaufende, schmale, cylindrische Körper an, an welchem sich die Hauptabschnitte des Copepoden-Körpers: Thorax und Abdomen mit Furca, deutlich unterscheiden lassen.

Der Kopf kennzeichnet sich als Träger der ersten und zweiten Antennen sowie der Mundwerkzeuge; ausserdem sehen wir jederseits an den Endpuncten seiner Breitenachse je einen zipfelförmigen Anhang von 0.38^{mm} Länge mit einer 0.1^{mm} breiten Basis entspringen. An seinem Vorderrande entspringen die ersten Antennen, welche bei einer Länge von ungefähr 0·55^{mm} drei Anschwellungen zeigen. Dieselben mögen die Bedeutung von Gliedern besitzen, obwohl sie sich nicht bestimmt als solche umgrenzen lassen. Man bemerkt auf denselben äusserst zarte, von einer scharf umschriebenen Basis entspringende Börstchen, deren Zusammenhang mit den die Antennen versorgenden Nerven ich an mit Überosmiumsäure behandelten Präparaten erkannt zu haben glaube (Fig. 3, *A'*). Die erste dieser drei Anschwellungen ist überdies durch eine bedeutend stärkere Borste ausgezeichnet. Das Antennenende trägt dagegen ein Büschel zarter etwas längerer Börstchen. Auf die ersten Antennen folgt unmittelbar ein Paar kräftiger Klammerhaken (Fig. 4, *A''*), welche ihrer morphologischen Bedeutung nach dem zweiten Antennenpaare der Copepoden entsprechen. Dieselben sind gelenkig mit einem complicirten Chitingerüste verbunden. Wir finden dasselbe hier ähnlich wie Prof. C. Claus[1]) bei *Chondracanthus gibbosus* aus

---

[1]) Prof. C. Claus, Über den Bau und die Entwicklung parasitischer Crustaceen. Cassel 1858.

drei Theilen zusammengesetzt. Wir haben für jeden Haken einen Chitinring (Fig. 4, *R*), welcher aber in der Medianlinie fest mit dem Andern verbunden ist; dann jederseits den aus mehreren, gegen einander gelenkig verbundenen Hakenträger (Fig. 4, *T*) und endlich den Klammerhaken selbst. Besser als jede weitläufige Beschreibung orientirt die Abbildung, an welcher auch der leicht erkennbare Haken bewegende Muskel (Fig. 4, *m*) veranschaulicht ist. Im Ruhezustand sind die Haken gegen einander geschlagen einer geschlossenen Zange vergleichbar. Bei Contraction der Muskeln werden dieselben offenbar auseinander gezogen, so dass sich gewissermassen die Zange öffnet. Die Haken, die Hauptwaffe zur Fixirung an den Kiemen des Wirthes, bestehen aus einem fast rechtwinkelig gebogenen, hohlen Chitinschenkel, dessen distales Ende in eine feine Spitze ausläuft, während die breitere Basis, gelenkig mit dem Hakenträger verbunden ist. In bedeutendem Abstande folgen nun die Mundtheile (Fig. 5), deren Zurückführung auf die Mundwerkzeuge der freilebenden Copepoden bereits von Prof. C. Claus[1]) für *Chondracanthus gibbosus* versucht wurde. Den Mundtheilen dieser Art schliessen sich auch die der vorliegenden Form an, und sind auch hier Mandibeln und tasterartige Maxillen, von C. Heller als Palpen zusammengeworfen, deutlich unterscheidbar. Eine kurze chitinige Oberlippe (Fig. 5, *Obl*) überragt theilweise das vordere Kieferpaar, die Mandibeln (Fig. 5, *Md.*). Diese bestehen aus einem Chitinstabe, der an seiner Innenseite mit einer breiten sägeartig eingekerbten Schneide versehen ist. Auf die Mandibeln folgt bei *Chondracanthus angustatus* an einem kurzen chitinigen Fortsatze angefügt, ein tasterähnliches Stück (Fig. 5, *Mx.*), welches bei *Chondracanthus angustatus* bei weitem entwickelter als bei den anderen verwandten Arten erscheint und bestimmter als in irgend einer andern Chondracanthusform als Maxille erkannt wird. Dann folgen die beiden Kieferfusspaare (Fig. 5, *Mf'* und *Mf''*), von welchen das Vordere zweigliedrig ist und eine kurze Borste trägt. Das Endglied ist langgestreckt, an seiner Innenseite mit einer Einkerbungen zeigenden Schneide versehen. Das zweite Kieferfuss-

[1]) l. c.

paar ist bedeutend länger, dreigliedrig, das Endglied desselben krallenförmig. In der Medianlinie der Rückenfläche erstreckt sich durch den ganzen Kopf ein Chitinstab (Fig. 3, *ch*), der sich am Stirnrande verbreitert und nach beiden Seiten hakenförmig umbiegend, in den Chitinring der Klammerhaken übergeht und so dem Zwecke entspricht, als Befestigung für zahlreiche Muskeln, als Stütze des Kopfes überhaupt und insbesondere als Stütze für das Chitingerüste der Klammerhaken zu dienen.

Der überaus langgestreckte Thorax trägt die übrigen fünf Paare der erwähnten zipfelförmigen Anhänge. Seitlich ventralwärts an dem kurzen nicht deutlich abgesetzten Segmente, welches wie bei andern Arten als halsartiger Verbindungsabschnitt betrachtet werden kann, entspringt das erste Zipfelpaar des Brustabschnittes (Fig. 1, *F'*), morphologisch dem vorderen Beinpaare gleichwerthig. In einiger Entfernung hinter demselben an der Rückenseite das zweite Zipfelpaar (Fig. 1. *Z''*) als Ausläufer des Segmentes selbst. Das dritte unterhalb des zweiten befestigte Paar (Fig. 1, *F''*) gehört wiederum der Bauchfläche an und entspricht dem zweiten Beinpaare, bleibt aber wie das vordere Paar einfach und ungetheilt, während bei anderen Chondracanthusarten (*Chondracanthus gibbosus* und *Chondracanthus cornutus*) die entsprechenden Schläuche gabelig gespalten sind und in den beiden Anhängen die Ruderäste der Extremitäten wiederholen. Ungefähr in der Mitte des Thorax entspringt seitlich das vierte bedeutend kleinere Paar (Fig. 1, *Z'''*), während das fünfte Zipfelpaar, das kleinste von allen, am Ende des Thorax liegt. (Fig. 1. *Z''''*).

Der Thorax ist, wie bereits erwähnt, lang gestreckt, nahezu cylindrisch in der Nähe des Kopfes 0.65^{mm}, am distalen Ende 0.45^{mm} breit. Sein dorso-ventraler Durchmesser beträgt durchschnittlich 0.46^{mm}, sein seitlicher Durchmesser 0.6^{mm}.

Es folgt nun der dritte bedeutend reducirte Körperabschnitt, der bloss aus dem 0.23^{mm} langen Genitalring (Fig. 2, *G*) und einem 0.1^{mm} breiten, 0.25^{mm} langen in zwei Spitzen auslaufenden Endsegmente (Fig. 2, *Fu*.) besteht. Die beiden spitzen Ausläufer entsprechen wohl der Furca. Dieselben sind

ungefähr in der Mitte des Innenrandes mit einer dornartigen Hervorragung versehen.

Die äussere Körperhülle unseres Parasiten wird von einer glatten, chitinisirten lederartigen Cuticula von 0.03^{mm} Dicke gebildet, welche jedoch an den zipfelförmigen Anhängen bei starker Vergrösserung (etwa Hartnack Ocul. 2 Obj. 8, off. Tubus) mit äusserst feinen kurzen Börstchen dicht besetzt erscheint und wie bei allen Arthropoden als erhärtetes Ausscheidungsproduct einer unterliegenden, zelligen Matrix zu betrachten ist.

Innerer Bau.

Nervensystem. Sehr deutlich lässt sich ein kleines Gehirn nachweisen. Dasselbe liegt als oberes Schlundganglion über dem Aesophagus, unter einer Menge Nackenmuskeln versteckt, welche die Verfolgung der Umrisse einigermassen erschweren (Fig. 3, N). An einem unmittelbar unter der Oberlippe geführten Schnitt erkennt man, dass das Gehirn aus zwei an dem Schlund nach unten ziehenden Theilen besteht, welche ihrerseits wieder ohne besondere Commissur an das ebenso gebildete untere Ganglion stossen. Jederseits zweigt sich vom vordern Gehirn ein nach vorne ziehender Nervenstrang ab; es ist diess das Nervenpaar, welches zu den ersten Antennen tritt. Ein zweites Nervenpaar sah ich vom Hinterrande des Gehirnes nach hinten verlaufen. Von Sinnesorganen sind zunächst die vordern Antennen mit ihren feinen bereits erwähnten Börstchen (Fig. 3, *A'*) zu erwähnen. Dem Gehirne liegt ein unpaarer röthlich-gelber Pigmentfleck, das bedeutend rückgebildete Auge auf (Fig. 3, *P*), welches freilich ebenfalls unter den Nackenmuskeln versteckt, schwerlich noch als Sehorgan in Betracht kommen dürfte, sondern nur im Jugendzustande als Auge thätig, diese Bedeutung im Zusammenhange mit dem Parasitismus von dem Zeitpuncte der Anheftung an den Kiemen eines Wirthes verloren haben dürfte.

Verdauungsapparat. Die Mundöffnung führt in einen kurzen mit einer Reihe von Ringmuskeln versehenen Aesophagus, welcher nach der Rückenfläche und der Stirne hinziehend, von einer am Chitinstabe des Kopfes inserirten Muskelgruppe sus-

pendirt, dann nach hinten umbiegend, in den gleich weit verlaufenden, durch den ganzen Thorax sich erstreckenden Magendarm übergeht (Fig. 1, *D*). Ich vermochte weder einen Enddarm noch eine Afteröffnung nachzuweisen, die vielleicht bei allen Chondracanthusarten fehlen. Prof. C. Claus[1]) hat bereits darauf hingewiesen, dass das Ermangeln der Afteröffnung sich in der Weise erklären dürfte, dass die vom Thiere aufgenommene Nahrung das Blut seines Wirthes sei, und daher vollständig ohne feste Überreste in den Organismus übergeführt wird. Eine Leber fehlt gänzlich, dagegen ist das Verdauungsrohr durchwegs mit bis 0.02^{mm} grossen, in das Lumen bläschenartig vorragenden, bräunlich pigmentirten Drüsenzellen ausgekleidet. Dieselben sind mit einer feinkörnigen Masse erfüllt und enthalten einen circa 0.004^{mm} messenden Kern, mit Kernkörperchen. Nach Innen zieht über diese Zellen eine äusserst dünne Intima, während nach aussen die bindegewebige *Tunica propria* mit der Muscularis das eigentliche Verdauungsrohr bildet.

Geschlechtsorgane. Ausser dem Verdauapparat finden wir in der Leibeshöhle nur noch die Geschlechtsorgane, welche hier eine bedeutende räumliche Entwicklung zeigen. Von einem eigentlichen Ovarium, wie es bei den Copepoden in der vordern Leibesregion dorsal, meist dicht hinter dem Kopfe gefunden wird, glaube ich mich nicht mit Sicherheit überzeugt zu haben. Dicht hinter dem Kopfe liegt dem Darm zwar eine kleine birnförmige Anschwellung auf, von welcher aus die Oviducte paarig nach dem Geschlechtsringe verlaufen (Fig, 3, *b*), doch vermochte ich in derselben keine Spur älterer oder jüngerer Keime nachzuweisen.

Es scheinen hier vielmehr die Wandungen der Theile, welche die Eier fortleiten und nach der Lage den Oviducten der Copepoden entsprechen, die Keimbereitung zu besorgen und die Bedeutung von Ovarien zu haben, was sich insbesondere aus dem Umstande ergibt, dass in denselben, zwischen den grossen ausgebildeten Eizellen an verschiedenen Stellen ganz kleine derartige, erst in der Bildung begriffene Zellen liegen. Je nach der grösseren oder geringeren Menge der bereiteten Eizellen,

---

[1]) L. c.

bilden sich an dem Ovarium Blindsäcke, welche unmittelbar nach der erwähnten birnförmigen Anschwellung abgehen und dem Darm dorsal und ventral anliegend, nach hinten verlaufen, so dass man gewöhnlich auf jeder Seite einen und auf und unter dem Darm je zwei mit Eizellen gefüllte Schläuche findet (Fig. 2 und 3, *Od*). Die Oviducte münden jederseits in das Genitalsegment (Fig. 2, *G*), an welchem sich jederseits ein ringförmiges Gerüste von kräftigen Chitinspangen als Umgrenzung abhebt. Zahlreiche Muskeln, die sich an den Chitinspangen desselben ansetzen, dienen zum Öffnen der spaltförmigen Vulva. In das hintere Ende der Oviducte münden die Kittdrüsen; dieselben erstrecken sich als paarige schlauchförmige Organe, dorsal zu den Seiten des Darmes verlaufend bis in den Kopf und heben sich durch ihren hellen, stark lichtbrechenden, fettartig glänzenden Inhalt und unregelmässige Einkerbungen von den dunkelkörnigen Ovarien scharf ab (Fig. 2 u. 3, *Kd*.).

Musculatur. Eine aus sehr starken Längsbündeln bestehende Hautmusculatur schliesst sich nach Innen an das Integument an, während die verschiedenen Organe durch zahlreiche vom Rücken zur Bauchfläche und von einer Seite zur andern die Leibeshöhle durchsetzende Muskeln in ihrer Lage fixirt erscheinen. Besonders zu erwähnen sind die dorsalen und ventralen Längsmuskeln des Thorax, welche sich als Faserungen über und unter dem Darm vom Genitalring aus durch den ganzen Körper bis in den Kopf erstrecken; ferners treten im Kopfe zahlreiche Muskeln hervor, die theils zur Bewegung der Antennen und der Mundtheile dienen, theils den Aesophagus suspendiren (Fig. 3). Schliesslich bemerke ich noch, dass sich auch in die zipfelförmigen Anhänge Muskeln erstrecken.

Vergleicht man meine Beschreibung mit der von Prof. Heller gegebenen, so treten manche bedeutende Unterschiede hervor, welche Zweifel an der Identität unserer beiden Thiere wachrufen könnten. Der wichtigste Unterschied ist wohl der, dass Prof. Heller am Thorax nur vier Paare von Anhängen und einen davon als gespalten beschreibt, während ich deren fünf erkenne, welche sämmtlich einfach bleiben. Prof. Heller hat das zweite Paar offenbar mit dem dritten zu-

sammengezogen und als zweizipfeligen Anhang dargestellt. Ein weiterer Unterschied zeigt sich ferners beim Vergleiche meiner Abbildung des Kopfes und der Mundtheile, mit der von Prof. Heller gegebenen. Doch hier genügt wohl ein Blick auf Prof. Heller's Abbildung, um klar zu machen, dass derselbe nur eine mehr schematische Zeichnung zu geben beabsichtigte, und dass sich daraus auch die Ursache der Verschiedenheit von selbst ergibt. Als wichtiger Grund für die Identität unserer beiden Formen ist ausser der sonst herrschenden grossen Übereinstimmung der gleiche Aufenthalt beider auf den Kiemen desselben Wirthes, nämlich von *Uranoscopus scaber*, hervorzuheben. Heller fand seinen Parasiten an Uranoscopusformen des Mittelmeeres, meine stammen aus der Adria, einem Theil des Mittelmeeres[1]).

Männliche Form.

Das bis jetzt noch nicht gekannte Männchen (Fig. 6 u. 7) findet sich fast an jedem geschlechtsreifen Weibchen, in der Regel nur in einfacher Zahl am Genitalsegmente festgeklammert (Fig. 2, ♂). Wir haben es hier mit einem sogenannten Pigmäen-Männchen von 0.35 bis 0.54^{mm} Länge zu thun. Über Bedeutung und Ursache dieses so gewaltigen Dimorphismus der beiden Geschlechter hat sich Prof. C. Claus in der bereits mehrfach erwähnten Arbeit über *Chondracanthus gibbosus* schon so eingehend ausgesprochen, dass ich nur dessen Worte wiederholen könnte und daher nicht weiter auf diesen Punct einzugehen brauche.

Im Allgemeinen wiederholt das Männchen den Bau des Weibchens. Die drei Hauptabschnitte des Copepodenkörpers lassen sich wieder getrennt nachweisen (Fig. 6 und 7). Wir haben den Kopf als Träger der ersten und der zu Klammerhaken umgewandelten zweiten Antennen (A' und A'') und der

[1]) Wenn man übrigens die von Prof. Heller gegebene Abbildung mit seiner Beschreibung vergleicht, wird man sich wundern, die von ihm angeführten Charaktere nicht wieder zu finden; dies beruht auf einer Verwechslung der beiden Figuren 2 und 3 auf Tafel XXIII, indem, wie ich mich durch Vergleichung des Textes mit den respectiven Figuren überzeugte, Fig. 2 den *Chondracanthus alatus* und Fig. 3 den *Chondracanthus angustatus* darstellt.

Mundwerkzeuge (Fig. 7, *Md*, *Mx*, *Mf'* und *Mf''*). Auf diesen folgt der Thorax, der im Vergleiche zum weiblichen Körper in drei deutliche Segmente zerfällt, von denen die beiden ersten je ein Paar rudimentärer Fusshöcker (Fig. 7, *F'* und *F''*) tragen, das vierte birgt die beiden Geschlechtsöffnungen und gehört somit dem Abdomen an, welches auch hier mit zwei Furcalanhängen abschliesst (Fig. 6 und 7, *Fa*). Die ersten Antennen sowie die Mundtheile zeigen dieselben Verhältnisse, wie ich sie eben für das Weibchen beschrieben habe. Anders verhält es sich mit den zweiten Antennen, den Klammerhaken. Dieselben sind verhältnissmässig kürzer, jedoch viel breiter als beim Weibchen (Fig. 7, *A''*), so dass sie mehr das Ansehen einer gedrungenen kräftigen Kralle haben. Auch werden sie von einem minder complicirten Chitingerüste, einem einfachen Chitinring für jeden Haken, getragen. Der Kopf ist ausserdem durch den Besitz eines Stirnzapfens (Fig. 7. *St.*) ausgezeichnet. Die von den beiden ersten Thoracalsegmenten getragenen rudimentären Fussstummel lassen noch den ursprünglichen Bau als Spaltfüsse erkennen, da auf das den Fuss eigentlich bildende Basalglied zwei kleine, je eine Schwimmborste tragende Papillen folgen. Die Furcalanhänge werden von zwei kurzen konischen Zipfeln gebildet. Nur bei einem einzigen etwas kleineren Männchen fand ich, dass sich jeder der Furcalanhänge in zwei kleinere Zipfel spaltete.

Betreffs der innern Organisation unterscheiden sich Männchen und Weibchen durch eine ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane und die verschiedenen Geschlechtsorgane. Am Kopfe befindet sich, dem deutlich erkennbaren Gehirne aufliegend, ein dreitheiliges Auge (Fig. 6 und 7 *P*). Nach den ersten Antennen zieht wahrscheinlich auch jederseits ein Nervenstrang und versorgt die auf denselben befindlichen Papillen mit den feinen Börstchen, wie es beim Weibchen der Fall ist. Der Aesophagus setzt sich hier auch in den sich bis zum Abdomen erstreckenden cylindrischen afterlosen Magendarm fort. Analog der vom Prof. C. Claus für das Männchen von *Chondracanthus gibbosus* gegebenen Beschreibung des Geschlechtsapparates liegen die paarigen Hoden (Fig. 6 und 7 *H*) dem Darm dorsal lateral an, sich als einfache Säcke durch das erste Thoracalsegment bis in den untern Theil des Kopfes erstreckend.

Die paarigen 0.02^{mm} breiten Ausführungsgänge verlaufen fast geradlinig bis zum Abdomen, in welchem sie sich zu einem 0.085^{mm} langen und 0.04^{mm} breiten eiförmigen Sacke erweitern, in welchen die Samenfäden zu Spermatophoren zusammengeballt werden. Von Muskeln wären besonders hervorzuheben die den Kopf durchsetzenden Motoren der Antennen und Mundtheile, sowie zwei, wie beim Weibchen, den ganzen Körper durchsetzende, unter und auf dem Darme gelegene Längsbündel.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Ein ganzes weibliches Thier bei schwacher Vergrösserung.
Fig. 2. Ende des Thorax mit Abdomen und Furcalanhängen desselben mit angeklammertem Männchen, stark vergrössert, von der Bauchseite.
Fig. 3. Kopf und vorderer Theil des Thorax desselben, stark vergrössert, von der Rückseite.
Fig. 4. Vorderer Kopftheil des Weibchens mit den zweiten Antennen und deren Chitingerüste, stark vergrössert, von der Bauchseite.
Fig. 5. Die Mundtheile der einen Seite desselben stark vergrössert.
Fig. 6. Ein Männchen stark vergrössert, von der Rückenseite.
Fig. 7. Dasselbe von der Seite.

A' erste Antenne.
A'' zweite Antenne (Klammerhaken).
b birnförmige Anschwellung (Ovarium?)
ch Chitinstab des Kopfes.
D Darm.
E Eiersäckchen.
F' und F'' reducirte Fusspaare.
G Genitalsegment (Abdomen).
Fu Furcalanhänge.
Kd Kittdrüse.
m Muskel.
Md Mandibel.
Mf' und M f'' erster und zweiter Kieferfuss.
Mx Maxilartaster.
N Gehirn.
Obl. Oberlippe.
Od Oviduct.
P Auge (Pigmentfleck).
R Chitinring der Klammerhaken.
T Hakenträger.
Ulb Unterlippe.
Z', *Z''*, *Z'''* und *Z''''* erstes, zweites, drittes, viertes Zipfelpaar.
♂ Männchen.



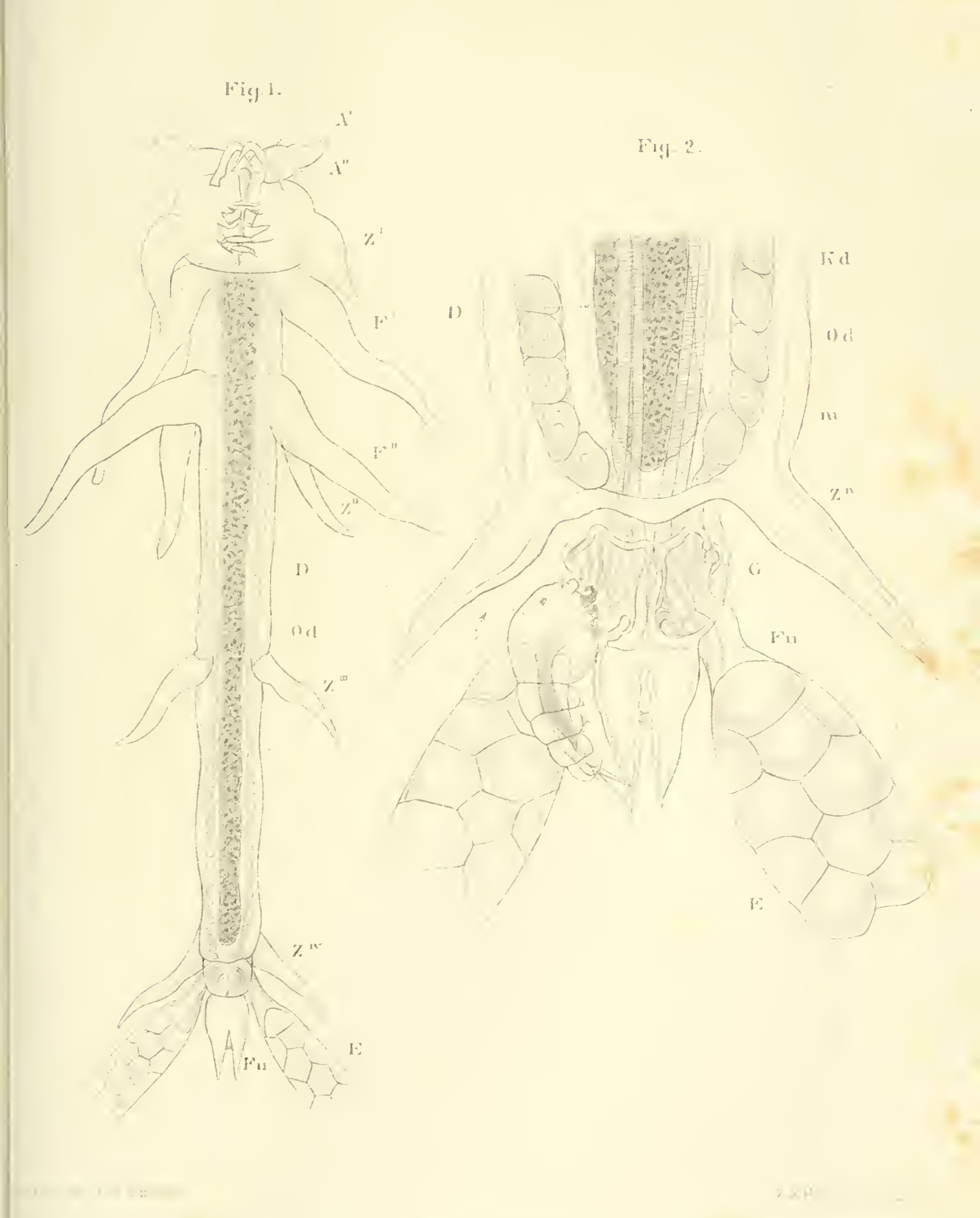
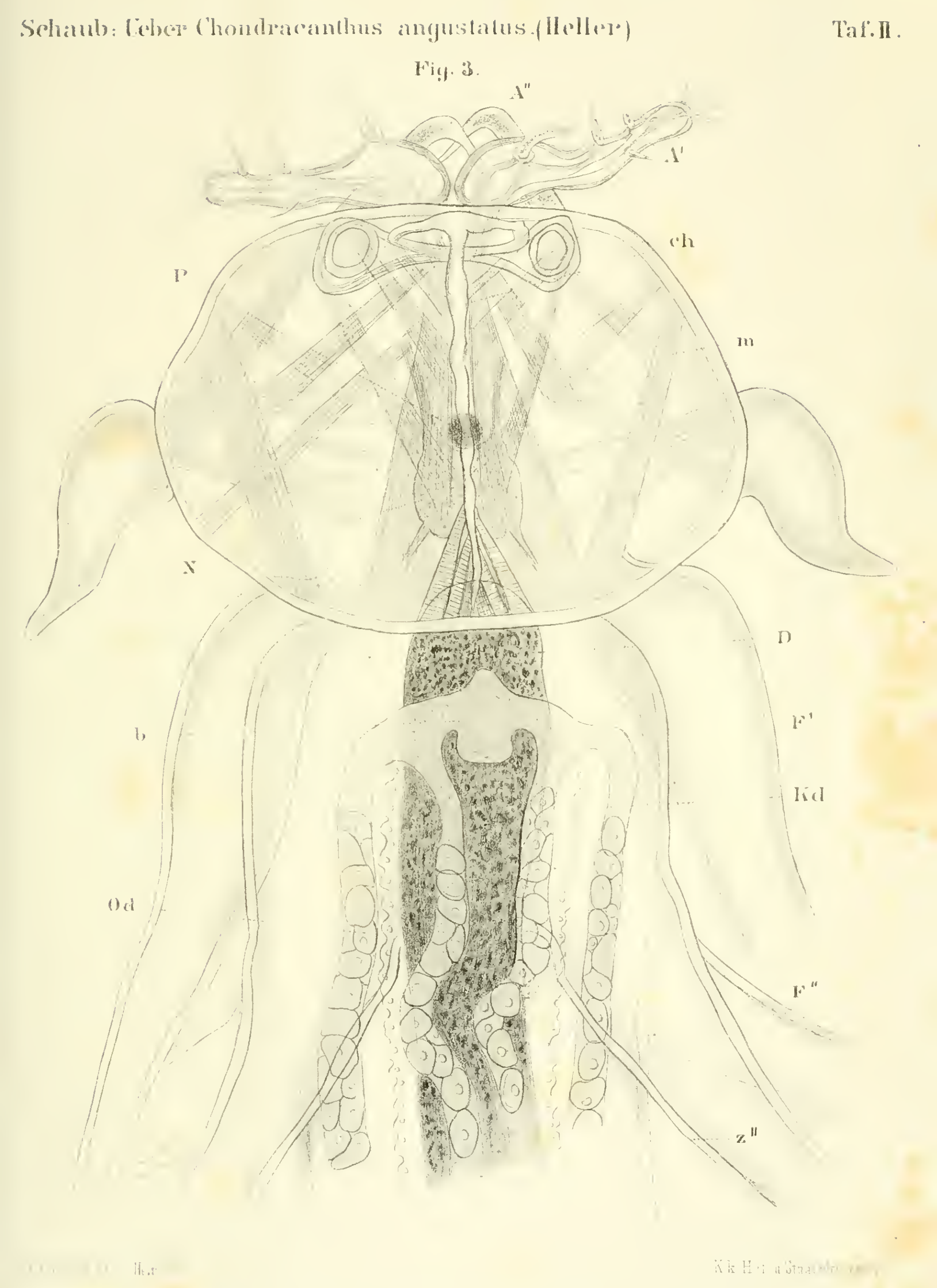


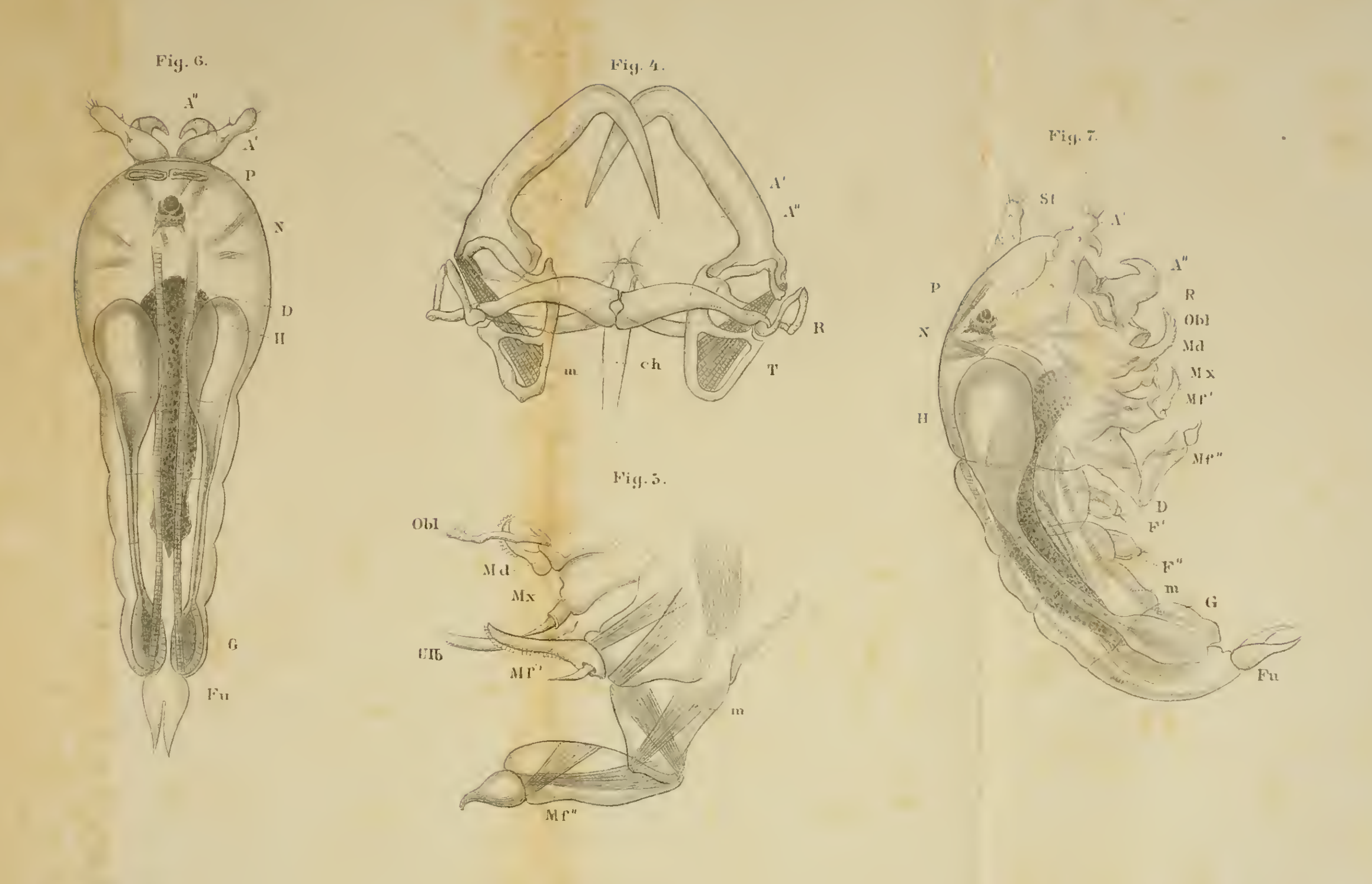
Fig. 1.
A'
A''
Z'
F'
F''
Z''
D
Od
Z'''
Z^IV
E
Fn
Fig. 2.
Kd
D
Od
m
Z''
G
Fn
E



Fig. 3.






Fig. 6.
A"
A'
P
N
D
H
G
Fu
Fig. 4.
A'
A"
R
T
m
ch
Fig. 5.
Obl
Md
Mx
Ulb
Mf'
m
Mf"
Fig. 7.
St
A'
A"
P
R
Obl
Md
N
Mx
Mf'
H
Mf"
D
F'
F"
m
G
Fu